

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **57176750 A**

(43) Date of publication of application: **30.10.82**

(51) Int. Cl

**H01L 23/40**

(21) Application number: **56061147**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(22) Date of filing: **24.04.81**

(72) Inventor: **ASHIWAKE NORIYUKI**

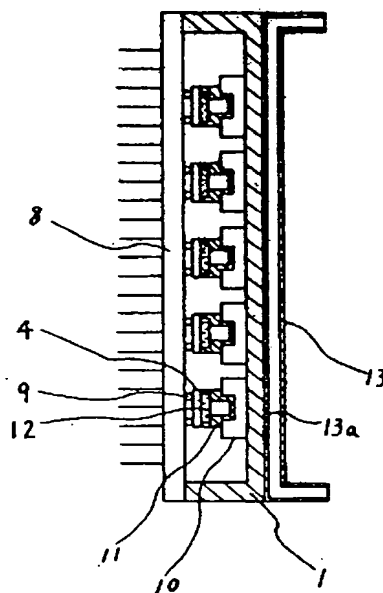
**(54) COOLER FOR ELECTRONIC DEVICE**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To eliminate the production of a thermal stress of a cooler by face- down bonding a semiconductor chip to a substrate mounted on a housing and bonding the back surface of this chip through a metal film to a flexible thermal conduction plate with low melting point metal.

**CONSTITUTION:** A semiconductor chip 4 is face-downward bonded with a solder ball 9 on a substrate 8 to bond the substrate 8 to a housing 1 (numeral 13 designates a cooler), a metal film is formed on the back surface of a semiconductor chip, while a flexible thermal conduction plate 10 and a thermal conduction plate 11 having a gap are provided at the housing 1, and the plate 11 and the chip 4 are bonded through a low melting point metal 12. In this manner, since the chip and the housing can be completely bonded, an electronic device having compact structure and high reliability can be obtained.

**COPYRIGHT:** (C)1982,JPO&Japio



**BEST AVAILABLE COPY**

A partial English-language translation of 57-176750

In the following, the operation of this embodiment will be described with reference to Fig. 7 through Fig. 9. Fig. 7 shows the way things are before the semiconductor chip 4 and the heat conducting disk 11 are bonded together through the low-melting-point metal 12. The edge 16 of the heat conducting disk 11 is urged against the semiconductor chip 4 by a repulsion of the elastic conductive plate 10. At this stage, the low-melting-point metal 12 is in the solid state and stored in the cylinder 15. The low-melting-point metal 12 in minute spherical form (solid state) is attached to the metal film 21, which is partitioned into minute sections on the back surface of the semiconductor chip 4. The low-melting-point metal balls 22 have a diameter that is determined by the size of partitioned metal film pieces and the surface tension of the melted low-melting-point metal 12. Controlling the size of partitioned metal film pieces makes it possible to keep the diameter of the low-melting-point metal balls 22 smaller than the depth of the gap 14. Fig. 8 shows the way things are when the semiconductor chip 4 and the heat conducting disk 11 are bonded together through the low-melting-point metal 12. As heat is applied to the entirety of the package while things are arranged as shown in Fig. 7, the low-melting-point metal 12 melts inside the cylinder 15, and flows into the gap 14 due to the operation of gravity. At this stage, the low-melting-point metal balls 22 have already been melted, and, thus, do not prevent the flow of melted metal. Gas (which is generally an inactive gas) in existence inside the gap 14 is pushed by the flow of the melted metal to come out through the radius-direction grooves 17. The gas thus does not stay inside the gap 14 in such a manner as to prevent the flow of the melted metal. The width and depth of the radius-direction grooves 17 are sufficiently small to keep the melted metal by the operation of a surface tension. The melted metal thus does not spill out through the radius-direction grooves 17. A metal (e.g., indium) is selected as the low-melting-point metal 12 such that the selected metal has a melting point sufficiently lower than that of the solder balls used for connecting the semiconductor chip to the substrate. When the package is cooled after the melted metal fills the gap 14, the small-sized partitioned metal film 21 on the back surface of the semiconductor chip is bonded to the heat conducting disk 11 through the low-melting-point metal layer (in the solid state) 12. The heat conducting disk 11 is made of a material (e.g., molybdenum, SiC ceramic, etc.) having a small thermal expansion ratio and a

high heat conductivity with respect to the semiconductor chip 4. When the semiconductor chip 4 is bonded to the heat conducting disk 11 through the low-melting-point metal 12, therefore, no excessive thermal stress is applied to the chip 4. Further, the heat conducting plate 11 and the housing 1 are connected together through the heat conducting elastic plate 10, so that no excessive stress due to the heat-resultant deformation of the package is applied to either the semiconductor chip 4 or the solder balls 9. If the package is that of large size, there is a need to exchange the semiconductor chip 4. This makes it necessary that the semiconductor chip 4 and the heat conducting disk 11 are separable from each other. Fig. 9 shows the method of separation. As heat is applied to the package 1 with the housing 1 positioned at the bottom, the low-melting-point metal 12 shown in Fig. 8 is melted, and the melted metal flows into the cylinder 15 by the operation of gravity. Gas (which is generally an inactive gas) inside the cylinder 15 is pushed by the flow of the melted metal so as to come out through the hole 18. Accordingly, the gas inside the cylinder 15 does not prevent the flow of the melted metal. The diameter of the hole 18 is sufficiently small to maintain the melted metal by its surface tension. The melted metal thus does not spill out through the hole 18. The melted metal 23 which has turned into small balls by its surface tension remains on the small-sized partitioned metal film 21 provided on the back surface of the semiconductor chip 4. The use of fine partitioning of the metal film 21 makes it possible to avoid such a situation as the large quantity of melted metal remains on the back surface of the semiconductor chip 4, thereby providing for easy re-bonding. Then, the semiconductor chip 4 is separated from the heat conducting disk 11, and the package is cooled. This provides for the arrangement shown in Fig. 7 to be reproduced at the time of re-bonding. The material and size of each element in this embodiment are as follows: the elastic heat conducting plate 10 is copper and 0.1 mm in thickness; the heat conducting disk 11 molybdenum and 2 mm in thickness, and the gap 0.2 mm in depth. Further, the thermal resistance from the semiconductor chip 4 to the housing is 6 degrees Celsius/watt, which is a quite small value.

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑩ 特許出願公開  
昭57-176750

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 01 L 23/40

識別記号  
庁内整理番号  
7925-5 F

⑬ 公開 昭和57年(1982)10月30日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 電子装置の冷却装置

⑯ 特 願 昭56-61147  
⑰ 出 願 昭56(1981)4月24日  
⑱ 発 明 者 芦分範行  
土浦市神立町502番地株式会社

日立製作所機械研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

1. 発明の名称 電子装置の冷却装置

2. 特許請求の範囲

- ハウジングに取付けられた基板に半導体チップをフェイスダウン接合する形式の電子装置において、前記半導体チップの背面に金属膜を形成し、前記ハウジングに、可撓性の熱伝導板を接合してこの可撓性の熱伝導板にギャップを有する熱伝導板を接合し、前記半導体チップと前記熱伝導板を低融点金属により接合したことを特徴とする電子装置の冷却装置。
- 半導体チップ背面に形成された金属膜を多数の微小な領域に分割することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の電子装置の冷却装置。
- ギャップを有する熱伝導板のギャップ側に溶融金属の流れを制御するための構造を形成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の電子装置の冷却装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、ハウジングに取付けられた半導体チ

ップを基板にフェイスダウン接合する形式の電子装置の冷却に関するものである。

従来の電子装置の冷却装置を第1図により説明する。ハウジング1内に形成したシリンダ2内にピストン3を設け、ピストン3の背後に、冷却すべき半導体チップ4に向け押圧力を加えるばね5を設ける。半導体チップ4とピストン3間の間隙及びピストン3とハウジング1間の間隙は熱伝導性のワックスで満たされる。半導体チップ4からの発熱はワックス層6を介してピストン3に伝えられ、ピストン3からさらにワックス層7を介してハウジング1に伝えられ、最終的には図示していないが、ハウジング1に設けられた冷却水回路を流れる冷却水により除去される。

しかしこのような従来技術には次のような問題がある。

- (1) ワックスの熱伝導率が必ずしも高くなく(0.23 wall/mk)ために、ピストンとシリンダ間の伝熱面積を大きくとることが必要である。即ち、ピストンの高さが高くなりパツ

ケーサイズが大きい。

- (2) パッケージの作動時においてワックスは半固体状であり、半導体チップとピストン及びハウジングは完全には接合されない。即ち、ピストンは常に可動であり、信頼性の点で問題がある。

本発明の目的は半導体チップとハウジングを完全に熱的に接合することができる電子装置の冷却機構を提供するものである。

本発明の特徴は半導体チップの背面に金属膜を形成し、ハウジングに可撓性の熱伝導板を接合し、この可撓性の熱伝導板にギャップを有する熱伝導板を接合し半導体チップと熱伝導板を低融点金属により接合し、熱応力の問題を生じることなく半導体チップとハウジングを接合することができることである。

以下本発明の実施例を第2図～第9図により説明する。第2図はパッケージの全体構造図である。基板8に複数の半導体チップ4が半田ボール9によりフェイスダウン接合される。半導体チップ

周側はハウジングに接合され、内周側は熱伝導円板11に接合される。

次に本実施例の作用を第7図～第9図により説明する。第7図は半導体チップ4と熱伝導円板11を低融点金属12により接合する前の状態を示している。熱伝導円板11のエッジ16は、可撓性伝導板10の反発力により半導体チップ4に押し付けられる。この段階では、低融点金属12は、シリンダ15内に固体の状態ではいつている。半導体チップ4背面の、微小に分割された金属膜21には、低融点金属12が微小な球の状態(固体)で付着している。この低融点金属ボール22の直径は、金属膜の分割寸法と低融点金属12の溶融時の表面張力により決まる。金属膜の分割寸法を適切に定めることにより、低融点金属ボール22の直径をギャップ14の深さ以下に保つことができる。第8図は半導体チップ4と熱伝導円板11が低融点金属12により接合された状態を示す。第7図の状態に於いてパッケージ全体を加熱すると、シリンダ15内の低融点金属12が溶融

特開昭57-176750(2)

4の背面には金属膜が形成される。ハウジング1と可撓性熱伝導板10及び熱伝導円板11は完全に接合されている。熱伝導円板11と半導体チップ4は低融点金属12により接合される。ハウジング1は高熱伝導性の材料で形成され、冷却水路13aをもつ冷却器13に密着させられる。第3図及び第4図は第2図における熱伝導円板11の構造図で第3図は断面図、第4図は第3図を下から見た図である。熱伝導円板11は、ギャップ14及びシリンダ15を有する。ギャップ14の外周のエッジ部16には、半径方向溝17が設けられ、シリンダ15の底面には穴18が設けられる。また、熱伝導円板11には可撓性熱伝導板10が接合される。第5図及び第6図は第2図における可撓性熱伝導板10の構造図で第5図は正面図、第6図は側面図である。可撓性熱伝導板10は半径方向切込み19により分割された多数の半径方向フィン20により形成されており、このフィン20を折り曲げることににより上下左右方向の可撓性を有している。半径方向フィン20の外

し、重力の作用によりギャップ14内に流入する。この段階では、低融点金属ボール22も既に溶融しており、溶融金属の流れを妨げることはない。また、ギャップ14内に存在していた気体(一般に不活性気体)は溶融金属の流れに押され、半径方向溝17から排出される。従つて、ギャップ14内に気体が残存し、溶融金属の流れを妨げるということはない。また、半径方向溝17の幅及び深さは、溶融金属を表面張力により保持できる程度に小さい。従つて溶融金属が半径方向溝17を通つてあふれ出るということはない。また、低融点金属12としては、半導体チップを基板に接合するための半田ボールよりも融点の十分低いものが選ばれる(例えばインジウム)。溶融金属がギャップ14を満たした段階でパッケージを冷却すれば、半導体チップ背面の微小分割金属膜21と熱伝導円板11が低融点金属層(固体)12により接合される。熱伝導円板11は半導体チップ4と熱膨張率が低く、且つ、熱伝導率の高い材料(例えば、モリブデン、SiCセラミックス等)でつ

くられる。従つて、半導体チップ4と熱伝導円板11を低融点金属12により接合しても、チップ4に過大な熱応力がかかることはない。また、熱伝導板11とハウジング1は可撓性の熱伝導板10を介して接続されているため、半導体チップ4あるいは半田ボール9にはパッケージの熱変形による過大な応力がかかることもない。大規模なパッケージでは、半導体チップ4を交換することが必要になる。従つて、半導体チップ4と熱伝導円板11は分離可能でなければならない。第9図に分離の方法を示す。パッケージ1を、ハウジング1を下にして加熱すれば、第8図の低融点金属12が熔融し、重力の作用により熔融金属がシリンダ15内に流れ込む。シリンダ15内の気体（一般に不活性気体）は熔融金属の流れに押され、穴18から排出される。従つて、シリンダ15内の気体が熔融金属の流れを防げることはない。また、穴18の直径は、熔融金属を表面張力により保持できる程度に小さい。従つて、熔融金属が穴18を通つてあふれ出るということはない。半導

この例は、第2図～第10図の例における可撓性熱伝導板10のかわりとして、熱伝導率の高い材料で形成されたペロー25を用いたもので、より柔軟性のある構造が得られる。

以上に説明したように、本発明によれば半導体チップとハウジングを完全に接合することができるのでコンパクトで且つ信頼性のある装置を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の冷却装置の要部拡大断面図、第2図は本発明の電子装置の冷却装置の説明図、第3図は第2図における熱伝導円板の断面図、第4図は第3図の下面図、第5図は第2図における可撓性熱伝導板の正面図、第6図は第5図の側面図、第7図は半導体チップと熱伝導円板を金属接合する前の状態を示す図、第8図は半導体チップと熱伝導円板が金属接合された状態を示す図、第9図は半導体チップと熱伝導円板を分離する方法を示す図、第10図は本発明の他の実施例の要部拡大断面図、第11図は本発明のさらに他の実施例の

#### 特開昭57-176750(3)

体チップ4背面の微小分割の金属膜21には、表面張力により微小な球状になつた熔融金属23が残存する。金属膜21の分割を細かくすることにより、半導体チップ4背面に大量の熔融金属が残存し再接合が不可能になる事態を避けることができ再接合が容易となる。この状態で半導体チップ4と熱伝導円板11を分離し、パッケージを冷却すれば、再接合の際には再び第7図に示した状態が得られる。本実施例に於ける各部の材料及び寸法は、可撓性熱伝導板10は銅製で厚さ0.1mm、熱伝導円板11はモリブデン製で厚さ2mm、ギャップ深さ0.2mm程度であり、半導体チップ4からハウジングに至るまでの熱抵抗は6℃/wallと極めて小さい。

第10図に本発明の他の実施例を示す。熱伝導円板11のギャップ部に傾斜24をつけたもので、半導体チップ4と熱伝導円板11を分離する際に、熔融金属のシリンダ15へのもどりをよくする効果がある。

第11図に本発明のさらに他の実施例を示す。

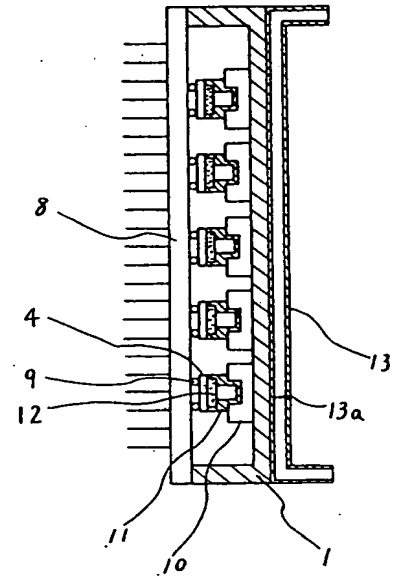
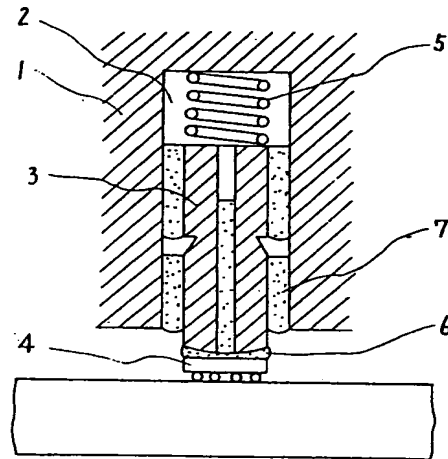
要部拡大断面図である。

1…ハウジング、4…半導体チップ、8…基板、9…半田ボール、10…可撓性熱伝導板、11…熱伝導円板、12…低融点金属、13…冷却器、14…ギャップ、15…シリンダ、16…エッジ、17…半径方向溝、18…穴、19…半径方向切込み、20…半径方向フィン、21…微小分割金属膜、22…低融点金属ボール、23…熔融金属ボール、24…傾斜。

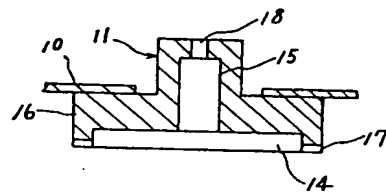
代理人 弁理士 薄田利幸

第 2 図

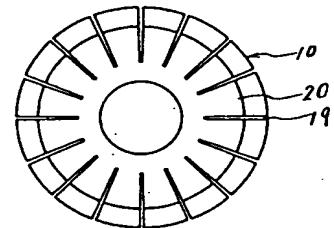
第 1 図



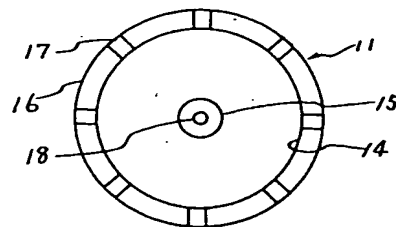
第 3 図



第 5 図



第 4 図

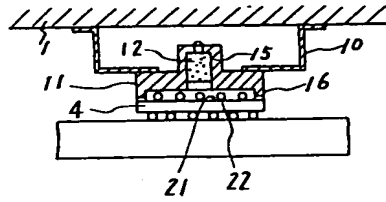


第 6 図



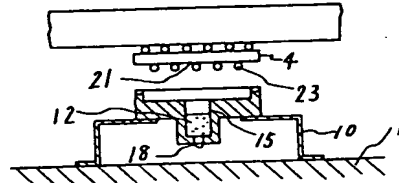
(5)

第 7 圖

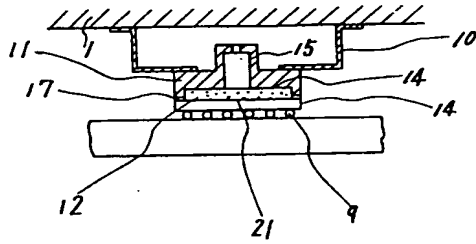


特開昭57-176750(5)

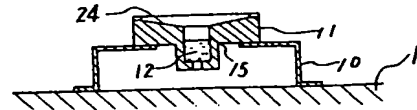
第 9 圖



第 8 圖



第 10 圖



第 11 圖

